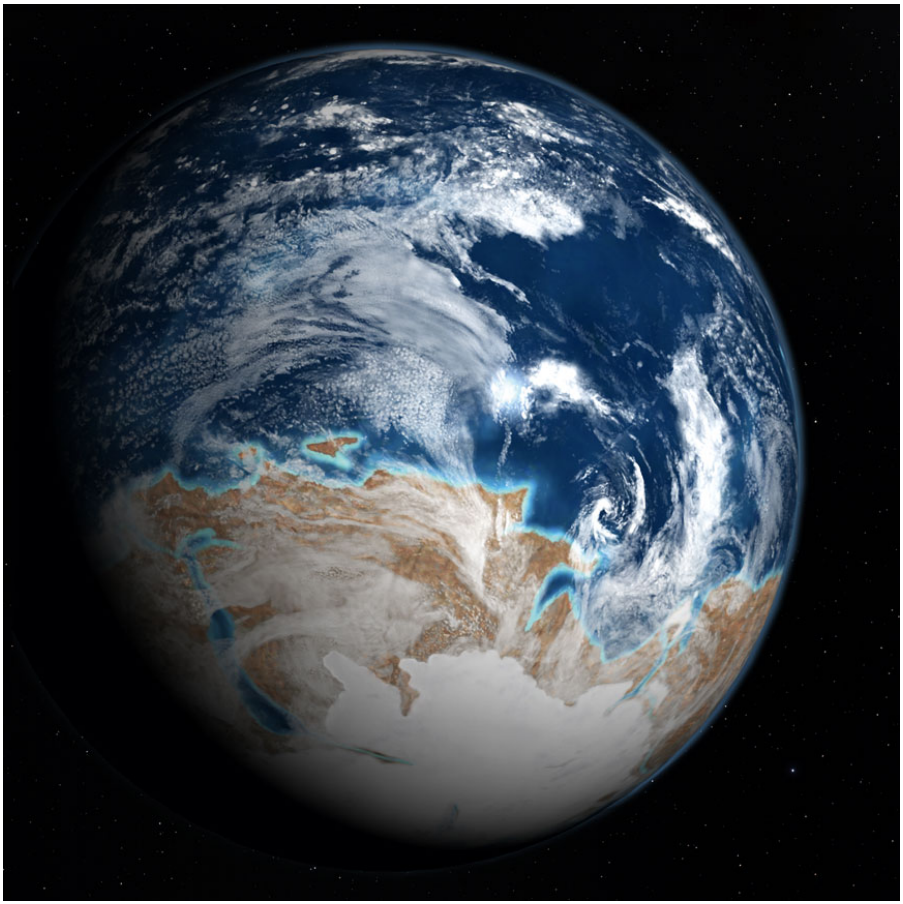
Антон
Нелихов
ИСТОРИЯ
БУДУЩЕГО
ЧТО ЖДЕТ ЗЕМЛЮ,
ВСЕЛЕННУЮ И ЧЕЛОВЕЧЕСТВО
МИЛЛИАРДЫ ЛЕТ СПУСТЯ
МИФ
Художник
Андрей Атучин
Научный редактор Владимир Сурдин

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

Будущее… Что там и что нас ждет? Человек испокон веков задается этим вопросом и строит гипотезы о грядущей катастрофе. Но только научные открытия последних десятилетий приоткрывают завесу тайны и могут предложить стройную гипотезу. Вместе с этой книгой вы отправитесь в путешествие во времени и своими глазами увидите взрыв Солнца и гибель Земли, слияние галактик и поглощение звезд черными дырами. Вы проследите, как этап за этапом жизнь вернется в воду, а затем и вовсе исчезнет. Вы отправитесь в путешествие по Вселенной и узнаете ее историю.

- Антон Нелихов
  - ○
  - ○
  - ○
  - ○ Предисловие
  - ○ Зима близко (50 тысяч лет вперед)
  - ○ Лето Неопангеи (250 миллионов лет вперед)
  - ○ Бегство с суши (500 миллионов лет вперед)
  - ○ Превращение в Венеру (1 миллиард лет вперед)
  - ○ Новый дом — Млекомеда (4 миллиарда лет вперед)
  - ○ Гигант по имени Солнце (6 миллиардов лет вперед)
  - ○ Карлик по имени Солнце (8 миллиардов лет вперед)
  - ○ Календарь космоса (триллионы лет вперед)
  - ○ О людях и вселенных
  - ○ Литература и благодарности
  - ○ МИФ Детство
  - ○ Над книгой работали



Антон Нелихов
ИСТОРИЯ БУДУЩЕГО
Что ждет Землю, Вселенную и человечество миллиарды лет спустя

Научный редактор Владимир Сурдин

Художник Андрей Атучин

Москва

«Манн, Иванов и Фербер»

2021

© Нелихов А. Е., текст, 2021
© Атучин А. А., иллюстрации, 2021
© Издание на русском языке, оформление. ООО «Манн, Иванов и Фербер», 2021

* * *

«Конечно, только будущее покажет, насколько точно оно описано в этой книге. Но прогноз сделан на основе науки, и лучшего метода для прогнозирования пока не существует. Книга так интересно написана, что полностью захватила мое внимание — невозможно оторваться, и это лучшее, чего можно ожидать от научно-популярной литературы. Отдельно можно отметить прекрасные

иллюстрации, которые открывают простор для фантазии».

Владимир Сурдин,

кандидат физико-математических наук, астроном, научный редактор книги

Годы, люди и народы
Убегают навсегда,
Как текучая вода.
В гибком зеркале природы
Звезды — невод, рыбы — мы,

Боги — призраки у тьмы.

Велимир Хлебников

Предисловие

Прогноз погоды обещал ясный теплый день. В самом деле с самого утра за окном светило солнце и весело чирикали воробьи. Но к обеду небо потемнело, затуманилось и скрылось за облаками. По земле застучал мелкий дождик, быстро ставший сплошным ливнем, словно кто-то включил на полную мощность душ. Ветер бросал пригоршни воды в окна, крупные капли барабанили по карнизам, по улицам разлились целые озера… Зато в прогнозе погоды по-прежнему сияло солнце.

Странная ситуация. По всей планете расставлены тысячи метеорологических датчиков, а научные станции без остановки замеряют влажность и температуру воздуха, давление атмосферы, скорость и направление ветров. Мощные компьютеры обрабатывают целые горы информации о постоянно меняющейся погоде, чтобы сделать точный прогноз. И что же? Он нередко бывает ошибочным. И что самое удивительное, прогноз погоды дается максимум на шесть суток. Что случится через неделю: ливень или жара, — неизвестно. А через месяц, полгода, десять лет? Никто не знает. Может, дожди зимой, а может, снег летом. Как же говорить о том, что произойдет через миллионы лет, если даже с прогнозом погоды на завтра мы пока не можем справиться?

На самом деле прогнозы погоды и прогнозы далекого будущего — совершенно разные вещи.

О далеком будущем мы можем говорить с такой же уверенностью, как о далеком прошлом. Эта история напоминает пунктирную линию, где пустые отрезки могут достигать миллионов, а для космоса — квадриллионов лет. Но общее представление о том, что случится, у науки есть, и с каждым годом оно получает всё новые доказательства, становится всё более точным и детальным.

Эта книга основана на научных открытиях последних 20–30 лет. Еще недавно попытки заглянуть в будущее напоминали фантастические романы, были результатами воображения, а не точных вычислений. Сто лет назад научные гипотезы о будущем напоминали хаос, настоящий фейерверк не слишком обоснованных мнений.

Одни ученые говорили, что кислород скоро закончится и животные задохнутся. Другие — что у Земли изменилась орбита и наша планета вот-вот упадет на Солнце и сгорит дотла. Третьи — что Земля погибнет от холода, потому что Солнце начало угасать: через десять миллионов лет оно якобы станет мигать, как

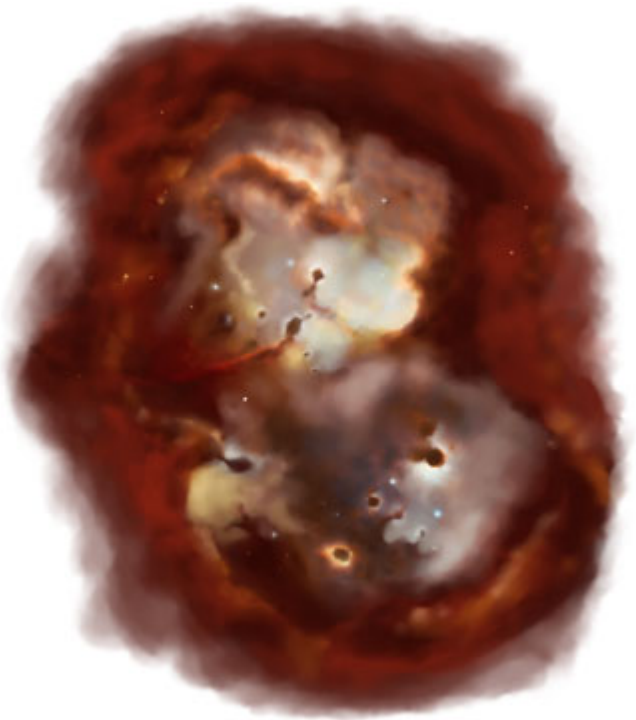
неисправная лампочка, а затем потухнет и затвердеет. Четвертые предсказывали потоп через пару миллионов лет, пятые ждали комету, которая обязательно ударится о Землю и превратит ее в груду обломков.

Целый букет страшных историй на любой вкус.

Пророчества было легко сочинять, потому что твердых знаний о Земле и космосе было мало, а проверка прогноза, который может исполниться только через миллионы лет, никого не беспокоила. Астроном или физик, математик или географ мог взять какой угодно факт: солнечные пятна или речную эрозию — и на этом крошечном основании построить целую картину конца света. Недаром великий физик Исаак Ньютон утверждал, что изобилие гипотез говорит об их слабости, а не силе.

Только в последние годы ситуация изменилась. Красочные гипотезы уступили место точным фактам. Наблюдения астрономов позволили понять, как происходит эволюция планет, звезд и галактик. Получилось найти таинственные звездные огарки — белые карлики и нейтронные звезды, открыть экзопланеты, рассчитать поведение черных дыр.

В телескопы удалось разглядеть бесчисленные солнца на всех стадиях жизни: рождения, взросления, упадка, гибели и последующего затухания, которое может длиться триллионы лет — гораздо дольше, чем активный период существования звезды.



Рождение новой звезды из облака пыли и газа.

Астрономы научились предсказывать поведение звезд, в том числе нашей собственной, на миллиарды лет вперед.

Наблюдения за галактиками подсказали, что произойдет с нашим Млечным Путем в далеком будущем.

Громадных успехов добились климатологи и геологи. Теперь мы гораздо лучше понимаем, как устроен климат и какие колебания происходили с ним в прошлом, а эти знания помогают прогнозировать будущее.

С помощью сложных математических моделей удалось вычислить, как изменится климат и что произойдет с планетой при изменении уровня кислорода и углекислого газа в атмосфере, при увеличении яркости Солнца.

Предсказание будущего не похоже на прогноз ближайшей погоды. Оно может показать только самые главные перемены. Будущее невозможно нарисовать в мелких деталях, но широкими мазками уже получилось узнать про многие важные события, которые ждут Землю, Солнце, Галактику, а затем всю Вселенную. Время существования у них разное. Если Земля и Солнце уже прошли половину своей жизни, то Вселенная только начинает развиваться, и все ее существование охватит невероятные 10000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 лет. Первые десять нулей мы отделили — это приблизительный возраст нынешней Вселенной. А каждый следующий нуль увеличивает это время в десять раз.

Число с сотней нулей называется «гугол» (оно стало прообразом названия компании Google). И даже этим числом история Вселенной не завершится. За ним наступит вечность, о которой трудно сказать хоть что-то определенное.

Конечно, в будущем с Землей, Солнцем, нашей Галактикой произойдет множество разных событий, подчас случайных, предсказать которые решительно невозможно. Может быть, в Землю врежется астероид или комета, случится извержение супервулкана, а может, рядом с Солнцем пройдет другая звезда, способная своим притяжением выкрасть нашу планету. Такие случайности неизбежны, но какие из них произойдут и когда — неизвестно.

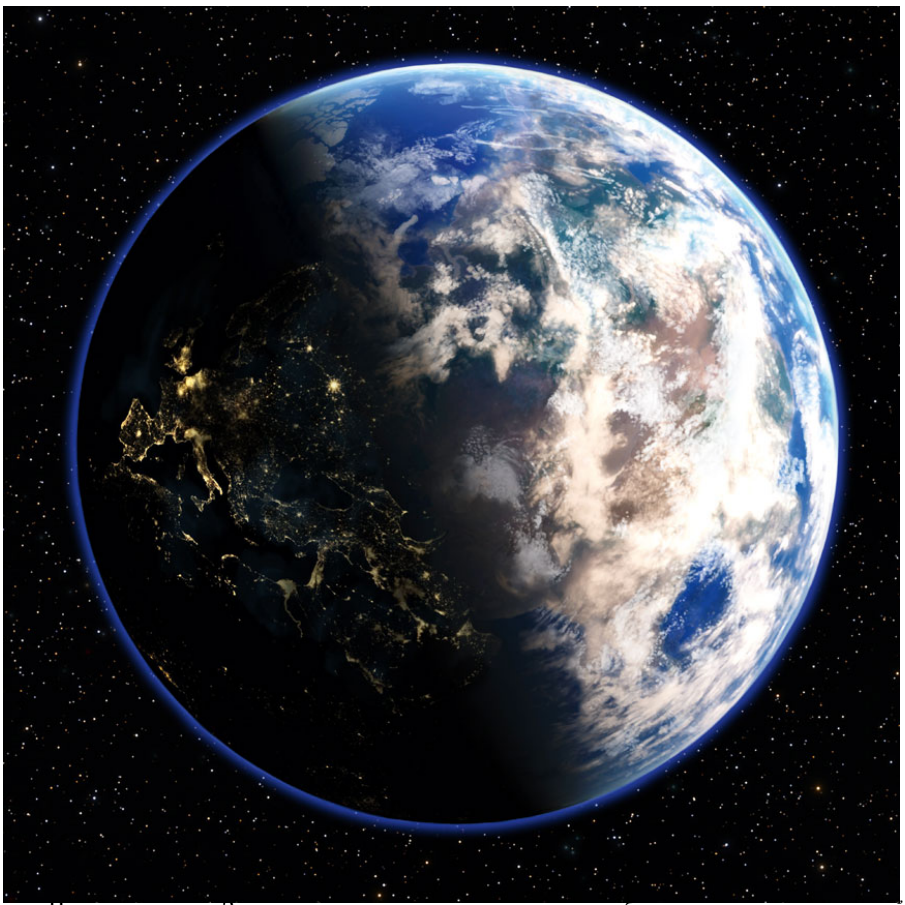
Есть и некоторые альтернативы в предсказаниях далекого будущего. Например, Солнце со всеми своими планетами во время слияния галактик может угодить в сверкающий хобот звезд. Или Земля сгорит во время расширения Солнца. Такие возможности есть, но, чтобы не загромождать нашу историю

отступлениями и предположениями, мы собрали наиболее вероятные версии будущего. Они не единственные. Альтернативные варианты, детали и подробности можно узнать из списка, приведенного в конце этой книги. Наша задача состоит в том, чтобы понятно и кратко рассказать о глубоком будущем.

Но зачем вообще знать о том, что произойдет в невообразимо далекие времена? Какая от этого польза?

Во-первых, история будущего очень красива. Она завораживает масштабом и фантастическими, невероятными событиями.

Во-вторых, она дает представление о мире и о нашем месте в нем. Космос и все его части постоянно меняются, и людям стоит готовиться к этим изменениям. Чем точнее люди будут понимать будущее, тем больше вероятность того, что в этом будущем найдется место и для человека.



Привычная нам Земля состоит из шести материков, обширных океанов и морей. Она застроена городами, которые светятся по ночам яркими гирляндами. Отсюда начинается наше путешествие в будущее.

Зима близко (50 тысяч лет вперед)

В холодном небе ни облачка, оно голубое и прозрачное, как кристалл берилла. Солнце щедро рассыпает искры по снегу, в тишине кружатся прозрачные крупинки льда. Куда ни глянь, везде два цвета: голубой и белый.

Почти на всю планету лег громадный ледник. Он подмял под себя горы и долины, моря и холмы. Местами он покрыт сугробами, местами отполирован ветрами до прозрачности стекла и светится изнутри молочными разводами. Кое-где ледник расколот глубокими трещинами, которые уходят вниз на многие километры. Если туда свалится ледышка, то будет долго падать, стуча о серебристые выступы. Наконец ударится о промерзший асфальт, который в незапамятные времена был улицей города.

Давным-давно здесь ездили машины, шагали прохожие, мигали огни реклам, было ярко, весело и шумно. Летом сияло солнце, весной звенела капель, осенью под ногами шуршали листья. Времена года исчезли много лет назад, осталась одна зима. Над бывшими улицами, городами и полями лежат толщи льда, над которыми свистят метели и дышит морозом небо…

И так будет продолжаться миллионы лет.

Мы живем в ледниковом периоде. Он не первый в истории нашей планеты. За свою долгую жизнь Земля уже не раз проходила через грандиозные похолодания, которые длились многие миллионы лет. Такие похолодания называются **планетарными зимами**, или **криоэрами**. Причины их появления пока остаются загадкой. Может быть, зимы планеты связаны с вулканами. Извержения поднимают высоко в небо пыль и сажу, которые отражают солнечные лучи и охлаждают Землю. А может быть, всё дело в изменении углов наклона нашей планеты, из-за которых меняется количество тепла, поступающего от Солнца. Есть предположение, что приход холодов связан с космической пылью, через облака которой проходит Солнечная система. Пыль, как тяжелая штора, загораживает пространство между Солнцем и Землей и пропускает слишком мало света и тепла.

Холодные эпохи нашей планеты называются криоэрами. Считается, что суровые ледниковые условия ускоряют эволюцию. В конце третьей великой планетарной зимы случилось очень важное событие: появились первые крупные животные. Одно из них — ползавшая по дну морей загадочная вендия (vendia) размером с горошину.

Причины оледенений пока непонятны, но точно известно, что грандиозные зимы несколько раз случались в истории Земли. Смена теплых и холодных времен — одна из особенностей нашей планеты.

Первая зима случилась страшно давно — три миллиарда лет назад. Она остается самой таинственной среди всех зим. От того далекого времени осталось слишком мало следов. Почти все горные породы, на которых была записана история первой зимы, разрушились, исчезли. Неизвестно, насколько суровой и долгой она была. Почувствовать ее могли только микробы, обитавшие на Земле. Самый большой житель тех времен был в сотни раз тоньше нашего волоса.

После зимы наступило планетарное лето, или **термоэра**. Климат стал теплым, ровным, шапки льда и снега растаяли. Но ненадолго.

Вторая планетарная зима наступила 2,4 миллиарда лет назад. Земля практически превратилась в снежок: океаны и моря покрылись айсбергами, а континенты ощетинились снежными горами. Льды покрыли почти всю поверхность планеты. Так продолжалось 200 миллионов лет. Затем снова лето, уже подлиннее, почти на 1,5 миллиарда лет.

Третья зима началась 750 миллионов лет назад. Планета опять превратилась в космический снежок: одеяла ледников толщиной в несколько километров сковали все материки, а океан покрылся толстой коркой льда.

Это была самая жесткая и суровая зима.

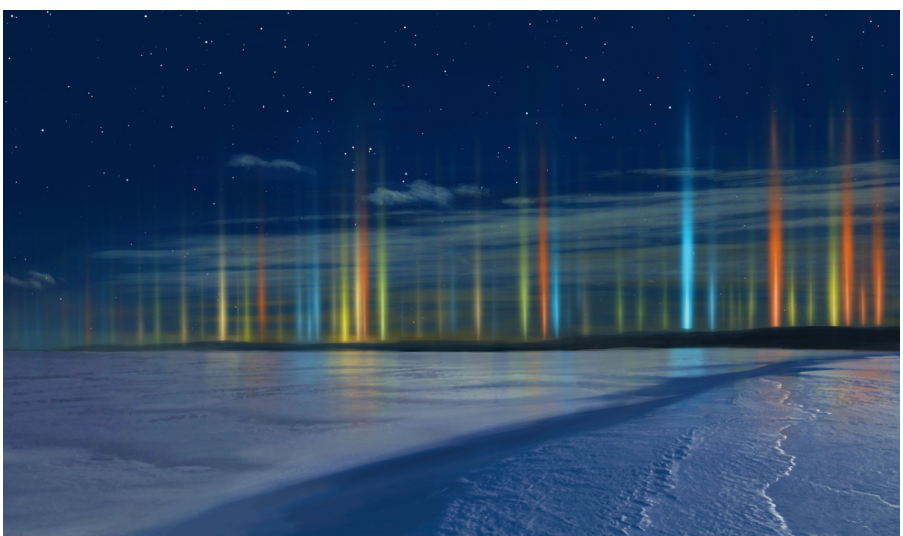
Большая польза планетарных зим в том, что они ускоряют эволюцию. Живым существам приходится пробовать массу

приспособлений, чтобы переждать суровые условия. Когда третья зима начиналась, на планете жили только микробы, а когда заканчивалась, появились разные крупные организмы: грибы, водоросли, животные. Земля перестала быть планетой микробов.

После короткого лета наступила четвертая зима. Она пришла 350 миллионов лет назад. Эволюция вновь ускорилась, и недавние мелкие амфибии превратились в зверозубых ящеров — наших далеких предков. Эти ящеры были поразительно разнообразны: большие, словно носорог, и маленькие, как крыса. Хищные и растительноядные. Саблезубые и ядовитые.

Четвертая зима кончилась, когда в Сибири на поверхность земли выплеснулся огромный пузырь раскаленной магмы. Планету бросило в жар, наступило массовое вымирание, а после него — лето, время динозавров. Эти гигантские рептилии жили в теплую эпоху, когда даже на полюсах, под полярными сияниями, росли пышные леса. Лето динозавров продолжалось более 200 миллионов лет, но и оно закончилось.

Пятая зима, которую назвали **антарктической**, началась 34 миллиона лет назад. Она продолжается до сих пор. Опять во время холодов ускорилась эволюция — так появился человек.



Световые столбы — разноцветные полосы света, которые получаются благодаря ледяным кристалликам в воздухе. Сейчас световые столбы изредка появляются во время холодов. Во время ледниковой эпохи они будут таким же частым явлением, как сейчас снег или дождь.

Все прошлые зимы продолжались примерно 200 миллионов лет. Наша, пятая, ледниковая эра должна быть такой же. Получается, мы живем в самом ее начале. Уже произошло три пика похолоданий, с каждым разом все более суровых.

Последним стал знаменитый ледниковый период, когда на планете жили мамонты и шерстистые носороги. Совсем недавно, всего лишь 20 тысяч лет назад, снег и лед занимали треть планеты. Европа и Северная Америка были покрыты мощными слоями снега и льда, в некоторых местах в три раза выше Останкинской телебашни.

Пик холодов закончился десять тысяч лет назад, и наступило межледниковье.

В это недолгое теплое время возникла наша цивилизация, а человечество стремительно прошло путь от каменных топоров до смартфонов и космических спутников.

Такие межледниковья обычно длятся по 20 тысяч лет. Сейчас мы находимся в середине теплой паузы между ледниковыми временами. Через несколько тысяч лет на планету должны вернуться такие же суровые морозы, как во времена мамонтов.

Ледниковая эра регулярно напоминает о себе небольшими, но заметными ударами холодов. Четыреста лет назад в Европу вдруг пришла такая стужа, что замерз пролив Босфор, по Средиземному морю можно было кататься на коньках, а в Германии и Франции птицы зимой замерзали на лету. В те годы из-за невероятного холода кольца деревьев находились очень близко друг к другу. Из таких необычных деревьев делал скрипки мастер Страдивари. Благодаря плотной «ледяной» древесине они получили знаменитое глубокое звучание.

В будущем эпизоды стужи будут случаться все чаще и становиться все сильнее. Но в судьбу пятой зимы вмешался человек. Массовая добыча и сжигание нефти, угля и газа запустили глобальное потепление.

Через несколько тысяч лет звезда Бетельгейзе в созвездии Ориона превратится в сверхновую. Энергия взрыва увеличит ее яркость во много раз, и в ночном небе Бетельгейзе будет сверкать ярче Луны.

При сжигании ископаемого топлива образуется большое количество углекислого газа, который насыщает атмосферу. Он парниковый, то есть не дает солнечному теплу покидать планету и возвращает его обратно к поверхности Земли. Получается, планета нагревается несколько раз, словно на нее светит несколько солнц, и температура повышается. За 100 лет она уже выросла на один градус. Это очень много, именно из-за этого тают ледники и меняется климат: на побережья обрушиваются ураганы, на разные страны наваливаются зной и жара, все чаще вспыхивают гигантские лесные пожары.

Скорость природных изменений показывает, что через 100 лет ледниковых шапок на полюсах не останется, до Северного полюса можно будет доплыть на яхте. Поднимется уровень океана, сольются воедино Черное и Средиземное моря, приморские города по всей планете уйдут под воду. В Москве и

Новосибирске станет жарко, как в Багдаде.

Впрочем, в геологическом масштабе наше глобальное потепление не очень заметное. Пока мы даже не приблизились к уровню **эоценовой эпохи**, когда 55 миллионов лет назад температура была на 14–16 градусов выше современной, а на полюсах росли пальмы и ползали крокодилы.

Если человечество продолжит в таких же огромных размерах сжигать нефть, газ и уголь, Земля вернется в климат эоцена лет через триста. К тому времени природные ископаемые уже закончатся. Людям придется искать новые источники энергии: получать ее из ветровых станций, солнечных батарей, ядерных реакторов или других, еще не изобретенных аппаратов. Потому что без больших объемов энергии справиться с подступающей зимой не получится.

Зима должна вернуться примерно через десять тысяч лет. Глобальное потепление сможет задержать ее на столетия или тысячелетия, но остановить ее приход не получится.

Наше время — ледниковое, и наша криоэра еще только начинается.

По самым смелым оценкам, глобальное потепление отодвинет возвращение морозов и стужи на 50 тысяч лет — огромное время для человечества и совершенно ничтожное для планеты.

Огромные ледники еще недавно занимали почти всю Европу, половину России и США. Как бульдозеры, ледники перемещали целые горы далеко на юг. Валуны — обломки карельских скал — теперь можно найти в Подмосковье.

Затем климат поменяется. Геологические данные показывают, что планетарные режимы холода и тепла обычно меняются резко, словно кто-то щелкает выключателем. Наверное, и в этот раз все случится внезапно. Каждое следующее лето будет короче, снег

перестанет таять, и за несколько лет теплое время года совершенно пропадет. Весь год будет продолжаться зима. Точнее, даже не год, а десятки тысяч лет.

Высокие хребты — Кавказ, Альпы, Гималаи, Кордильеры — быстро покроются снегами от основания до вершины и станут похожи на гигантские снеговики высотой в несколько километров.

Океаны заполнятся флотилиями айсбергов.

По Европе и Северной Америке с севера на юг привычно двинутся армады ледников высотой в несколько километров. Ледники ползут как улитки: под своей ногой улитка выделяет слизь, чтобы двигаться легче, а ледник скользит по воде, которая получается от его тающей подошвы.

Ледники забирают много воды, поэтому моря и океаны сильно уменьшатся в размерах. География планеты изменится: острова соединятся с материками. От Великобритании до Франции или от Японии до Китая можно будет пройти пешком по бывшим морским проливам. Высохнет Берингов пролив, разделяющий Чукотку и Аляску.

Влаги на планете станет мало: ледниковые эры всегда приносят засуху.

Наступит время холодных пустынь.

Средиземное море полностью высохнет и превратится в пыльную чашу, бывшие курорты Испании, Италии, Турции и Греции станут безлюдными равнинами, покрытыми песчаными дюнами. На месте отелей и аквапарков поднимется чахлая колючая растительность, а пронизывающие ветра станут катать по бывшим пляжам клубки перекати-поля.

Джунгли Азии, Африки и Южной Америки превратятся в степи. Леса почти совсем исчезнут.

Земля станет планетой пустынь, ледников, засухи, ветра и пыли. Такой же, как много раз в далеком прошлом.

Может быть, во время морозов и засухи эволюция снова ускорится? Какой вираж она заложит во время будущих холодов? Что появится нового, удивительного? Этого никто не знает. В отличие от климатических или астрономических явлений эволюцию живых организмов предсказать невозможно. Она подвержена множеству случайностей, и ее пути нельзя просчитать.

Через 200 миллионов лет, когда пятая зима закончится, наступит лето планеты — самое долгое и жаркое в истории. Оно станет по-настоящему глобальным потеплением.

Таяние ледников может быть очень быстрым, и тогда начнется настоящий потоп: моря двинутся на сушу, переполненные реки будут широко нестись по материкам.

Лето Неопангеи (250 миллионов лет вперед)

Старый спутник кружится по орбите Земли. Он давно вышел из строя и превратился в мусор, подобно куче других сломанных спутников, что парят над Землей, словно рой комаров. От ударов метеоритов обшивка потемнела, стала тусклой и шероховатой. Спутник молча летал день за днем, тысячелетие за тысячелетием, пока однажды на Солнце не случилось грандиозное возмущение. Словно щупальца, вытянулись протуберанцы, звезда вздрогнула. От удара солнечного ветра по микросхемам спутника пробежали импульсы, он ожил и принялся посылать сигналы на планету, но ни один не достиг цели. На тех широтах, где раньше находились Москва, Лондон и Париж, простирались бескрайние воды океана. Там, где лежали моря, раскинулись пустыни.

Когда спутник был молодым, Земля напоминала разобранный пазл из шести континентов. Теперь она выглядела, словно пазл собрали: половину планеты занимал гигантский континент, окруженный единственным океаном.

Спутник несколько дней отправлял сигналы в те места, где прежде стояли станции, пока не замолчал навсегда, так и не получив ответа.

Мы ходим по твердой земле, на которой стоят дома, растут травы и деревья. Всё кажется прочным и надежным. Но это не так. На самом деле все это находится на тонкой корочке планеты, под которой клубятся и клокочут загадочные и очень могучие силы.

Представь, что Земля вдруг станет размером с яблоко. Тогда вся ее твердая кора получится не толще яблочной кожуры. А под ней — потоки горячей мантии, которые окружают раскаленное ядро, где без устали идут ядерные реакции, распадаются радиоактивные уран и торий. Можно сказать, что все мы живем на крыше гигантской ядерной станции.

Собственно, так оно и есть.

В недрах планеты спрятана колоссальная и до сих пор плохо изученная сила. Благодаря ей извергаются вулканы, поднимаются и разрушаются горы и двигаются континенты. Словно плоты, плывут они по вязкому киселю магмы. Их движение почти незаметное: они перемещаются медленнее, чем растут наши ногти.

Геологи изучили расположение хребтов в океане, сравнили

остатки вымерших животных на разных материках, узнали, где континенты находились в далеком прошлом, и составили подробные карты для минувших эпох.

Привычные очертания материков и океанов появились 60 миллионов лет назад, вскоре после вымирания динозавров. До этого планету было не узнать: отдельный громадный континент Сибирь лежал на экваторе, территории современных Москвы и Санкт-Петербурга находились в разных полушариях, Индия была частью Африки, Австралия соединялась с Антарктидой. И все они без остановки двигались, причем не просто так.

Оказалось, что континенты регулярно соединялись друг с другом, а затем расходились в стороны. Соединившиеся воедино континенты называют **суперконтинентами**. Они появляются каждые 500 миллионов лет, а потом снова разваливаются.

Суперконтинент Пангея пермского периода (298–251 миллионов лет назад) очертаниями напоминал месяц или рогалик.

В истории Земли было примерно восемь суперконтинентов. О самых древних почти ничего не известно, потому что горных пород от тех времен сохранилось мало и реконструировать географию далекого прошлого практически невозможно. Также невозможно реконструировать историю какой-нибудь страны, если от всего ее существования остался лишь один черепок горшка и пара монет.

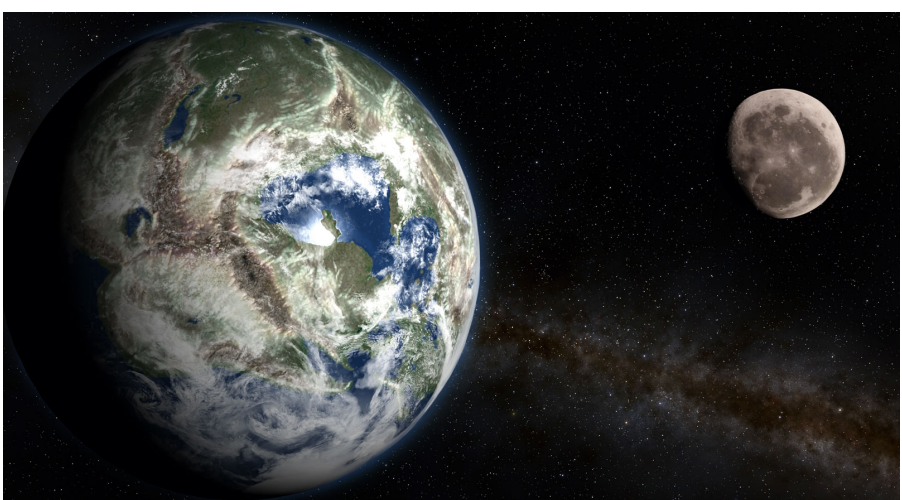
Суперконтиненты имели разные формы и размеры. Некоторые напоминали букву V, другие — букву C. Их названия звучат как имена трансформеров: Ваальбара, Кенорланд, Нуна.

Лучше всего изучен последний суперконтинент, который появился в пермском периоде, почти 300 миллионов лет назад. Геологи назвали его Пангея, что переводится с древнегреческого как «Вся Земля».

Пангея существовала около 100 миллионов лет, затем потоки магмы разделили ее на части. С тех пор континенты в основном отдаляются друг от друга. Сейчас осколки Пангеи лежат очень далеко. Примерно через миллион лет они достигнут своего максимального разделения и начнут двигаться обратно к единому центру.

Некоторые континенты уже сейчас постепенно соединяются. Например, Африка сближается с Евразией, что вызывает землетрясения в Италии, на Балканах, в Турции и Греции, а Индия все крепче врезается в Евразию, вызывая рост Гималайских гор.

Все это происходит небыстро. На полный сбор континентального пазла уйдет примерно 200 миллионов лет.



Будущий сверхматерик Неопангея охватит треть планеты или даже больше. Никогда прежде на планете не было столько суши. Внутренние районы Неопангеи станут безжизненной пустыней, а жизнь будет ютиться на окраинах материка-великана.

Как это случится?

Первым делом Африка полностью присоединится к Евразии. Средиземное море исчезнет. На его месте ввысь поднимутся величественные заснеженные хребты. Вершины Средиземных скал будут покрыты облаками, быстрые реки прорежут глубокие ущелья, и на разбитых камнях здесь можно будет увидеть

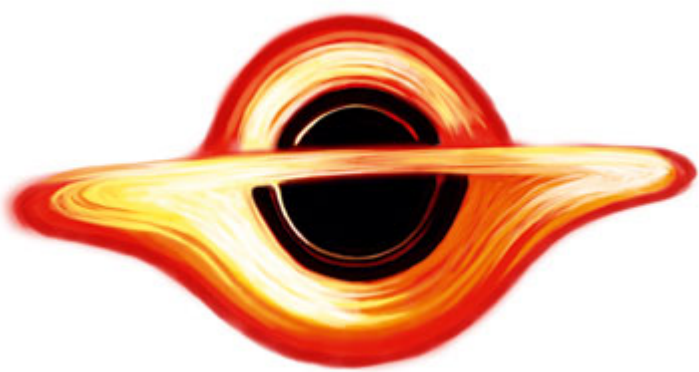
окаменелые отпечатки современных рыб: всевозможных морских собачек, угрей или рыбы-топорика. Австралия перешагнет через экватор и соединится с Азией. К Африке пристанут обе Америки и — снизу — Антарктида.

Через 200 миллионов лет вместо шести материков получится один — бесконечно огромная Неопангея. По форме она будет напоминать букву О.

Неопангея станет самым огромным суперматериком за всю историю планеты. С момента образования Земли размеры континентов постоянно растут. Сейчас их площадь в два раза больше, чем два миллиарда лет назад. Такой рост получается благодаря выходящим из недр планеты вулканическим породам и работе живых организмов: во многих местах под почвой залегают километровые толщи осадочных пород, переполненные раковинами древних моллюсков, остатками кораллов; в других уголках лежат громадные слои угля. Все это — известняки, мел, уголь — состоит из элементов, которые живые организмы изъяли из воды и атмосферы и прибавили к объему материков.

Громадина Неопангеи будет окружена одним-единственным бескрайним океаном, а в небесах над суперконтинентом будет разворачиваться другая интересная история.

В центре любой галактики находится сверхмассивная черная дыра. Она есть и у нашего Млечного Пути, ее называют **Стрелец А**. Весит она как четыре миллиона наших Солнц. Сейчас она спит, хотя еще шесть миллионов лет назад активно поглощала соседние газ, пыль и звезды, но, когда все окрестности опустели, впала в спячку.



Стрелец А — черная дыра в центре нашей галактики.

Однако звезды постоянно испускают частицы, которые скапливаются рядом со Стрельцом А. Когда вещества станет много, дыра проснется и начнет его поглощать. Газ и пыль при падении в черную дыру будут разогреваться до одного миллиона

градусов, излучая яркий свет. Но на Земле его не увидят: межзвездная пыль полностью его поглотит, до планеты дойдет только инфракрасное излучение. Жаль!

Климат на планете изменится. Когда появится Неопангея, ледниковый период закончится, на Землю вернется тепло, как во времена динозавров.

В центре суперконтинента раскинется гигантская пустыня, куда не будет поступать влага из океана. Она будет чем-то вроде огромной песчаной сковородки величиной в несколько Австралий, с экстремальными жарой и засухой. Правда, по сравнению с еще более отдаленным будущим эта жара покажется легким мартовским ветерком.

Бегство с суши (500 миллионов лет вперед)

Окутанное дымкой Солнце опустилось к горизонту и растворилось в клубах пыли. Наступила ночь. От неба до земли разлилась чернота, только в одном месте светилась бледно-зеленая клякса с размытыми краями. Это Луна, чей свет пытался пробиться сквозь толстые песчаные облака.

Мир, где ничего не видно, заполнили звуки. Протяжно гудел чей-то бас, вдали что-то ухало и вздыхало. Раздался свист, ему в ответ прилетел громкий скрип, словно от старых дверных петель. Перекликались хруст и щебет, скрежет и шорохи. Кто издавал эти звуки, зачем — не разглядишь.

Ночь быстро кончилась. На зеленоватое небо выкатился туманный шар Солнца. С первыми лучами звуки оборвались. Стало тихо, как под толстым одеялом. Все стрекотавшие и пищавшие животные попрятались в укрытия, забились в норы, зарылись глубже в песок.

Солнце осветило необычайный пейзаж. Никаких растений: ни травы, ни деревьев, ни кустов. Только в низинах поднимались столбы лишайников высотой с трехэтажный дом. От солнца разошлись горячие волны воздуха, все зазвенело от жары: скоро на пустыню обрушится дневной ураган.

Сейчас Земля находится в середине своего жизненного пути. По меркам человека ей исполнилось 40 лет. Впереди осталось еще сорок, причем будущее планеты во многом повторит уже пройденный путь. Землю ждут этапы, которые были раньше.

Сначала наступит ледниковый период. Затем появится суперконтинент. А потом придут странные времена, когда на суше начнут исчезать сложные формы жизни: растения и животные. Земля вернется к периоду, когда жизнь была лишь в море. Причиной станет Солнце. Наша звезда довольно удобная для жизни: не слишком большая и не слишком маленькая, в самый раз. Она светит ровно, спокойно, и, хотя у нее случаются вспышки, в целом это мирная, комфортная и безопасная звезда. Пока.

Дело в том, что Солнце постепенно светит все ярче и жарче. Оно состоит в основном из водорода, чьи атомы соединяются друг с другом и превращаются в гелий, выделяя при этом колоссальную энергию. По сути, Солнце — это гигантская водородная бомба, в которой водород точно так же с огромной

скоростью сталкивается и сливается в гелий. Чем больше становится гелия, тем сильнее взрывается бомба и тем горячее наше светило.

> Солнце постепенно усиливает мощность. В начале своей истории оно было тусклым и неярким. Сейчас солнце в середине своего жизненного пути, а дальше оно станет ярче и жарче.

В солнечном ядре каждую секунду 700 миллионов тонн водорода становится гелием. Это 14 миллионов грузовых вагонов, заполненных под завязку. Если расположить этот состав на железной дороге, он четыре с половиной раза обернется вокруг экватора. И это всего за одну секунду.

Сейчас Солнце на 30 процентов ярче, чем во времена образования Земли. В конце концов оно станет таким горячим, что ледниковые периоды уже не вернутся. Настанет самое длинное в истории Земли лето.

Через 500 миллионов лет обычной дневной температурой на планете станет 50–60 градусов жары. Это приведет к большим изменениям.

На суше начнется вымирание.

Первыми исчезнут растения. Для их существования нужен углекислый газ (тот самый, который вызывает парниковый эффект и глобальное потепление). Однако расчеты физиков показывают, что углекислого газа на планете со временем будет становиться все меньше. Растениям нужно приспосабливаться к жизни в изменяющихся условиях, поэтому некоторые из них, например кактусы и бамбук, уже развили новый, менее расточительный, способ фотосинтеза, чтобы довольствоваться минимумом углекислого газа. Сейчас таких растений немного, но со временем их будет становиться все больше и больше. В итоге они вытеснят своих менее экономных сородичей, и на Земле появятся леса из кактусов и бамбуковые степи, а расточительные розы и сосны исчезнут.

Но пройдет еще сотня миллионов лет, и даже неприхотливые растения не смогут получать нужное количество углекислого газа. Им тоже придется исчезнуть. На планете останутся животные, грибы, бактерии и лишайники.

Лишайники — удивительные создания. Это не отдельный организм, а сообщество грибов и водорослей. Таким же странным был бы человек-крыжовник или аист-подосиновик.

Растения играют главную роль в образовании почвы, скрепляя ее корнями и удобряя своими остатками. После их вымирания материки станут выглядеть странно: пропадет почва, и по суше расползется пыльная пустыня из песка, глины и известняков.

Причудливой станет природа. Сейчас основой питания для животных служат растения. Когда они исчезнут, их место займут лишайники — очень неприхотливые существа. Они могут расти и на голых скалах Антарктиды, и в пустыне Гоби. Однажды ученые поместили лишайники на несколько дней в открытый космос, и те выжили, выдержав вакуум и прямое солнечное излучение.

Лишайниками будут питаться насекомые и черви, на которых станут охотиться более крупные животные: ящерицы и мелкие млекопитающие. Все они будут ночными обитателями, днем жара на планете станет невыносимой. В летние сезоны животные будут впадать в спячку, чтобы проснуться в более прохладную зиму.

Облака мамматусы, похожие на кожу жабы, возникают в тропических широтах и предвещают шторма. Такие облака будут нередко приходить с океана к засушливым прибрежным районам будущих материков. Под ними расстилаются блуждающие реки, которые текут по безжизненным песчаным долинам.

Это будет пыльный мир. Пыль заполнит всю атмосферу, раскаленное небо приобретет желтый и даже зеленоватый цвет. От пыли океаны и моря станут коричневыми.

Кроме жары обитателям Земли придется бороться с еще одной напастью — **гиперканами**, чудовищными ураганами, которых прежде не видела наша планета. Они появятся, когда поверхность морей нагреется до 50 градусов.

Размером с целый континент, гиперканы будут проноситься с невероятной скоростью — до тысячи километров в час. Сейчас такая скорость ветра возникает при ядерных взрывах. Над разогретым океаном невероятные ураганы будут рождаться постоянно. Земля станет планетой бурь.

Последними обитателями суши станут лишайники, облепившие сухие камни. Над ними иногда будет подниматься красная радуга.

Через миллиард лет от наших дней жизнь на суше исчезнет. Зной и жара сделают невозможным существование любого сложного организма. Материки станут пустыми и безжизненными. В океане к тому времени тоже не будет ничего сложнее бактерий: ни рыб, ни моллюсков, ни раков. Вода на поверхности нагреется до температуры горячего чая. Но в темных глубинах сохранится прохлада, и бактерии смогут там жить еще миллиард лет.

Планета вернется в свое самое отдаленное прошлое — в **архейский эон**. Ее единственными обитателями станут микробы.

На самом деле Земля на протяжении почти всей своей истории была планетой микробов. Время, пригодное для растений и животных, составляет лишь десять процентов ее существования. Все остальное время на ней могут обитать лишь простые микроорганизмы. Так было почти всегда в прошлом, так почти всегда будет в будущем.

Растения и животные слишком сложные и привередливые существа. Им нужна комфортная планета. Срок годности нашей планеты для них очень небольшой.

Превращение в Венеру (1 миллиард лет вперед)

Массивные колонны вырастают из ила и камней. Они такие высокие, что верхушки теряются в дымке. Между колоннами из трещин поднимаются черные клубы едких растворов и, словно снег, кружатся в воде мелкие крошки.

Колонны похожи на развалины древнего города. Им миллионы лет, и они никогда не видели света. Громадные столбы были построены на дне океана крошечными бактериями, которых можно рассмотреть только под микроскопом. Они питались энергией метана и водорода и без устали цементировали свои отходы в виде столбов. Гигантские каменные небоскребы для них просто склад мусора.

В городе из колонн нет рыб, моллюсков, раков, червей. Единственные его обитатели — микробы, живущие в холоде и мраке.

Но пройдут миллионы лет… и темнота, которая казалась вечной, начнет исчезать. Вода понемногу станет светлеть, делаться все горячее и постепенно испарится под жаром раскаленного Солнца.

Наконец на город микробов упадут первые лучи света. В скором времени вода отступит навсегда, колонны окажутся на суше, все микробы погибнут. Их город будет постепенно разрушаться под тяжелым душным небом, оставляя после себя причудливые развалины, словно театры и храмы Древнего Рима.

В 2000 году на дне Атлантического океана на глубине 2,5 километра фонари подводной лодки осветили целый каменный лес, состоящий из колонн и столбов размером от гриба до двадцатиэтажного дома. Их построили микробы, которые питаются химическими элементами, выходящими из глубин планеты.

Подобные каменные образования появились на Земле еще в самом начале ее жизненного пути — три миллиарда лет назад. Они же станут последними сооружениями на планете. Их тоже будут строить микробы: бактерии и **археи**. Это почти бессмертные организмы. Они размножаются делением и обмениваются генами, просто касаясь друг друга. Эти крошечные существа могут пережить любой катаклизм: жару, холод, отсутствие кислорода, кислоту. Сейчас некоторые бактерии ухитряются жить даже в реакторах ядерных электростанций и в кипящих минеральных источниках.

Дно последних морей и океанов Земли будет кишеть

микробами. Они построят башни, покроют разноцветными коврами камни.

В древних породах найдены строматолиты — «ковровые камни», которые созданы сообществами микробов. Такие же строматолиты станут следами последних обитателей нашей планеты.

Жар Солнца понемногу начнет испарять океан. Через миллиард лет от наших дней средняя температура на планете дойдет до 70 градусов — это на 55 градусов больше, чем сейчас. Озера, реки и мелководные моря исчезнут, водяной пар заполнит атмосферу. Высоко над поверхностью планеты молекулы воды станут разделяться на атомы. Легкий водород улетит в космос, тяжелый кислород останется в атмосфере. Давление поднимется, как на Венере и будет в сто раз сильнее. Тяжелыми плитами облака и небо начнут давить на планету. Любое современное живое существо на этой планете мгновенно расплющит, как будто на него опустили небоскреб.

Воздух будет влажным, в атмосфере на высоте 100 километров станут бушевать ураганы. Плотные облака скроют Солнце, его не получится увидеть с земли.

Небо станет кофейного цвета.

Днем — серые сумерки без теней. Ночью — непроглядная тьма, озаряемая бесконечными молниями, которые легко

вспыхивают в пыльной атмосфере.

Мы привыкли видеть только грозовые молнии, но бывают и другие. Молнии возникают при извержениях вулканов, во время песчаных и пылевых бурь, когда пылинки на большой скорости сталкиваются друг с другом и обмениваются электрическими зарядами, которые в конце концов приводят к яркой вспышке молнии. Чем сильнее буря, чем больше песка и пыли в атмосфере, тем чаще возникают молнии и тем мощнее разряды. В небе далекого будущего молнии будут сверкать почти без остановки.

Океаны будут высыхать долго, постепенно сжимаясь в размерах. Их вода станет ядовитым рассолом, который минеральные соли окрасят в пестрые цвета: оранжевый, пурпурный, алый, изумрудный. В этом рассоле найдут приют одни из последних бактерий планеты. Они станут напоминать своих далеких предков: простые безъядерные существа, наследники и потомки всего, что было раньше.

Высыхающие океаны оставят после себя равнины соли. Толщина таких соляных пустынь достигнет многих сотен метров.

А Солнце будет разгораться все сильнее. Последняя лужа, бывшая океаном, исчезнет через три миллиарда лет, когда средняя температура на Земле дойдет до 374 градусов (в раскаленной духовке прохладнее) и вода не сможет существовать в жидком состоянии.

Тогда же исчезнет жизнь.

Высохшие океаны оставят после себя обширные соляные пустыни, которые покроют значительную часть планеты. Высоко над белыми бескрайними просторами иногда будут переливаться радужные облака.

Последние бактерии, вероятно, будут экстремальными организмами, обитающими глубоко под землей. Ученые называют такие подземные **микробы зомби**: они почти ничего не делают, почти не двигаются и редко размножаются: их деление может происходить, возможно, раз в тысячу лет. Они населяют глубины до трех километров, а может быть, и более глубокие недра с громадными давлением и температурой. В крошечных полостях с водой, которые могут существовать миллионы лет, эти организмы получают энергию от распада урана, то есть питаются с помощью радиации.

Любая известная нам жизнь невозможна без воды, поэтому с ее исчезновением на планете Земля закроется «окно обитаемости».

Последние водные пары улетучатся в космос. Теперь Земля станет похожа не на Венеру, а на Марс — сухой, безжизненный

шар.

В это же время остановятся континенты. Земля — единственная известная нам планета, где они движутся. Это связано разницей температур в ядре и мантии. Температура выровняется через три миллиарда лет, и континенты остановятся.

Двигаться будут лишь пылевые бури: целые континенты мелкой рыжей пыли закружатся в воздухе, торнадо поднимутся выше Эвереста.

Когда Земля превратится в Марс, сам Марс может стать Землей. Усилившийся жар Солнца растопит слои подземного льда, и некогда красная планета покроется морями. Она будет получать столько же света и тепла, сколько сейчас получает Земля. Возможно, там придут в движение марсианские континенты и станет развиваться жизнь.

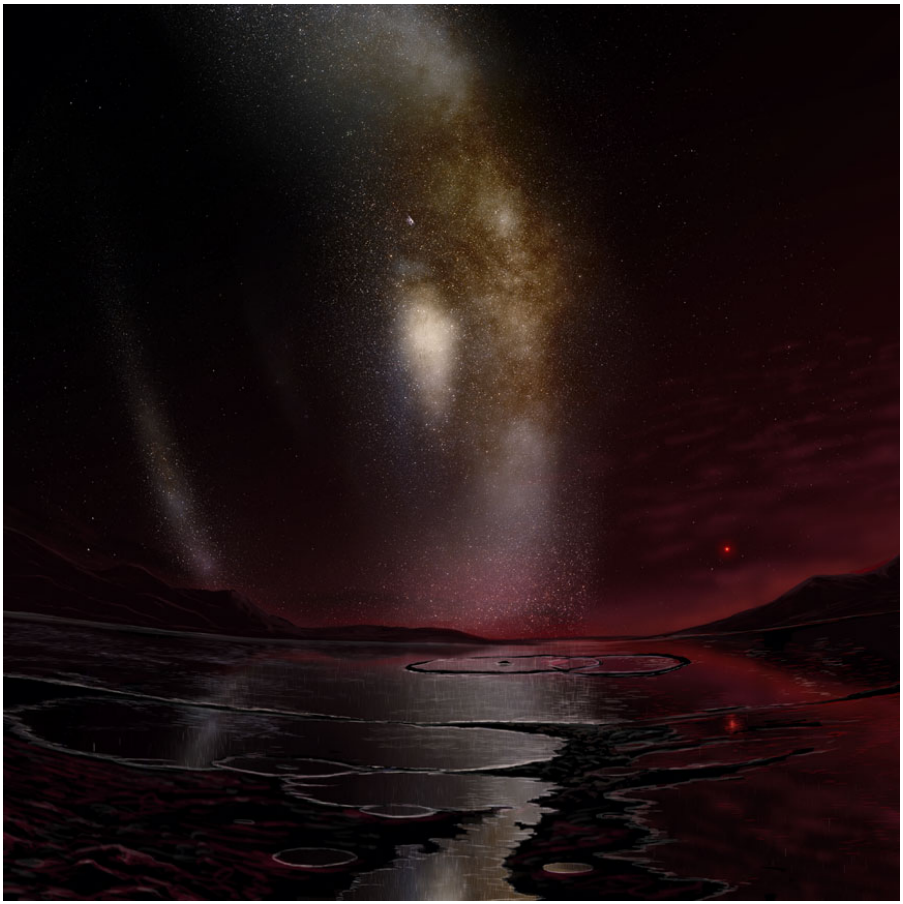
Впрочем, ненадолго.

Новый дом — Млекомеда (4 миллиарда лет вперед)

В темном зеркале озера отражается странная картина: в глубины космоса убегает бесконечная дорожка из многих тысяч звезд. Каких звезд здесь только нет! И огромные, как арбуз, и крошечные, с крупинку соли. Звездная полоса мигает, переливается искрами и блеском, словно елочная гирлянда. Она светится, как витрина ювелирного магазина, где под ярким светом лампочек разложены бриллианты.

Легкий ветер трогает гладь озера, покрывает его рябью. Мелкая волна разбивает отражение, смешивает звезды в одну кучу, и сверкающая лента расплывается нечеткой полосой. Когда ветер успокаивается, звездный хобот вновь прочерчивает ровную линию по всему озеру — от края до края.

На всем небе видна только эта блестящая полоса. Она светится на фоне полной темноты. И только рядом с горизонтом опытный глаз сумеет разглядеть маленькую, почти незаметную красную точку, — это Земля, которая отражает свет Солнца своими красными пустынями. В глухие осенние ночи ее можно увидеть отсюда, с высоких холмов Марса.



Четыре миллиарда лет прошло от нашего времени. На Земле давно нет растений, животных и даже бактерий. Уже миллиард лет планета совершенно безжизненна и стерильна, как инструменты в кабинете стоматолога: ни одного микроба, никаких проявлений жизни. Нет ни капли воды: вся она испарилась и улетела в космос. На месте бывших океанов, словно снег, сверкают пустыни каменной соли и разноцветного гипса. На рыжем небе нет облаков. Земля из космоса выглядит красной, как Марс, зато Марс стал голубым.

Сутки на необитаемой Земле гораздо длиннее, чем сейчас. На протяжении всей ее истории они понемногу увеличивались из-за силы притяжения Луны. Двадцать часов светит Солнце, раскаляя песок и камни, которые становятся красными и рассыпаются в пыль. Затем 20 часов длится ночь, и по небу проходит яркая Луна, которая отражает гораздо больше солнечного света, чем теперь, оттого что само Солнце стало ярче. Ночь на опустевшей Земле такая же светлая, как сейчас день. Но свет Луны по-прежнему холодный.

Яркие Солнце и Луна мешают рассмотреть невероятное зрелище, которое разворачивается на небе: слияние галактики Андромеды с нашей галактикой Млечный Путь.

Галактик во Вселенной немного, почти все ее пространство пустое. Кроме того, они разлетаются все дальше друг от друга. Однако некоторые образуют скопления, притягиваются друг к другу и рано или поздно сольются воедино. Млечный Путь прямо сейчас поглощает две небольшие галактики: их звезды, пыль и газ становятся его частью. Такие небольшие галактики и раньше входили в состав Млечного Пути. В будущем же ему предстоит более серьезная встреча — с огромной соседкой, галактикой Андромеда.

В наши дни Андромеда выглядит на небе как тусклое пятнышко, размером чуть больше обычной звезды, с нечеткими затуманенными очертаниями.

В большом телескопе Андромеда из скучного пятна превращается в красивейшую галактику со спиральными рукавами.

Андромеда очень далеко от нас. Ее свет летит к Земле целых два миллиона лет. Звезды этой галактики излучали его, когда по нашей планете еще бегали австралопитеки. Но Андромеда стремительно движется в нашу сторону — со скоростью 150–200 километров в секунду, в сотни раз быстрее летящей пули. И эта скорость увеличивается.

Андромеда и Млечный Путь притягивают друг друга, их слияние неизбежно. Правда, учитывая размеры галактик, оно будет неторопливым, займет много времени и произойдет в несколько этапов.

Из глубин космоса слияние галактики Андромеда и Млечного пути покажется живописной абстрактной картиной.

Через два миллиарда лет от наших дней обе галактики впервые пройдут рядом, между ними возникнет своеобразный мост: звезды, газ и пыль с их окраин будут выхвачены притяжением соседки и вытянутся в колоссальную линию.

Потом обе галактики разойдутся, соединенные хоботом звезд, а еще через два миллиарда лет снова приблизятся. Сверкающий спиральный диск Андромеды заполнит все ночное небо Земли.

Слияние Андромеды и Млечного пути вызовет настоящий кометный дождь, и небо над землей расчертят многочисленные кометы с разноцветными хвостами.

Начнется слияние галактик. Каким оно будет?

Галактика — весьма пустынное место, промежутки между звездами достигают огромных величин, поэтому слияние обойдется без столкновений планет и звезд.

Но некоторые зрелищные явления произойдут. Например, кометный дождь.

Далеко за Нептуном лежит скопление ледяных глыб. Его называют **облаком Оорта**. Замороженные глыбы состоят из пыли льда, аммиака, метана и похожи на плохо сбитые снежки. Все это — мусор, оставшийся после формирования Солнечной системы. По размеру каждая из глыб как небольшой город: Гусь-Хрустальный, Котельнич или Гороховец.

Притяжение Солнца в облаке Оорта исчезающе слабое, поэтому глыбы едва движутся в пространстве. И без того шаткое равновесие легко нарушается притяжением соседних звезд, проплывающих мимо. Тогда глыбы сходят со своих орбит и

влетают во внутреннее пространство Солнечной системы. Вначале они двигаются медленно, со скоростью пешехода, но постепенно набирают скорость от притяжения планет и Солнца. Мимо Марса грязный снежок летит уже быстрее ракеты. Приближаясь к Солнцу, он начинает таять, у него отрастает хвост из газа и пыли, и снежок превращается в комету. Сейчас каждый год так происходит с двумя-тремя глыбами.

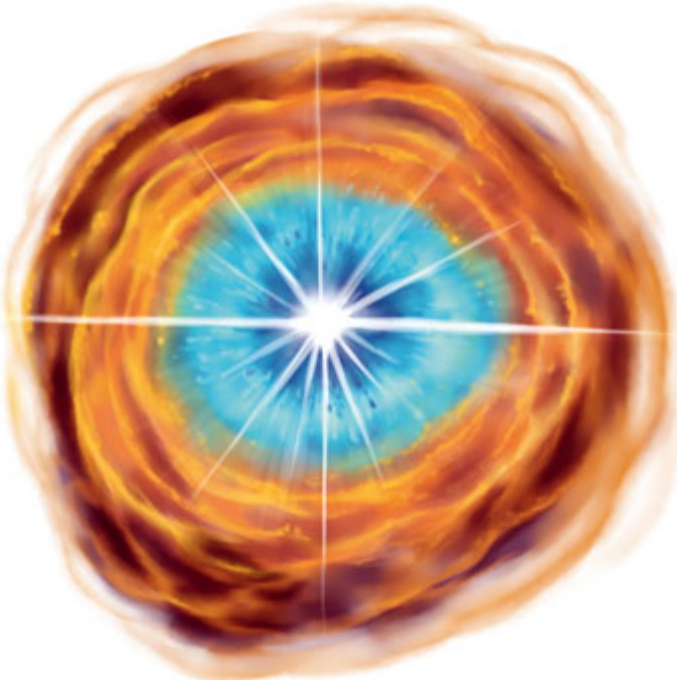
Во время слияния галактик возмущения от соседних звезд станут сбивать с орбит миллионы глыб, словно кегли в боулинге. Десятки комет расчертят небо над Землей. У одних хвосты будут прямые, как линейка, у других изогнутся пером, у третьих станут напоминать павлиний хвост. Их размеры и цвет тоже будут разными: бело-голубые, желтые, красные.

Немало комет столкнется с Землей. В далеком прошлом, в архейском эоне, возможно, именно кометы принесли на нашу планету воду. Этот катастрофический эпизод случился четыре миллиарда лет назад и получил название «тяжелая космическая бомбардировка». Такая же бомбардировка может повториться через четыре миллиарда лет от наших дней. Вероятно, на Земле снова появится вода, но вряд ли надолго: раскаленное Солнце быстро все высушит.

От ударов комет наша планета покроется множеством кратеров, подобных тем, что есть сейчас на Луне и Меркурии.

Кроме комет на небе будут сверкать гигантские нити и сферы — возмущения в газовых облаках, где рождаются новые звезды.

Из-за обилия газа, взрывов и притяжений каждый год в небе будет ярко разгораться новая звезда. Наступит эпоха звездных взрывов. Число звезд на небе быстро удвоится, потом утроится.



Взрыв сверхновой — одно из самых необычных и ярких событий в космосе.

Небо станет как новогодняя елка: паутина из света, в которой горят хвосты комет, сверкают бриллиантами голубые огромные звезды и переливаются елочными шарами разноцветные туманности.

Последним эпизодом в слиянии галактик станет объединение сверхмассивных черных дыр, расположенных в центрах Млечного Пути и Андромеды. Оно произойдет через пять миллиардов лет от наших дней. От их слияния случится настоящее космотрясение. Многие звезды выбросит из галактики, облака газа и пыли устремятся в разные стороны. Невероятные объемы вещества станут падать в громадную черную дыру и, разогреваясь, начнут светиться, как миллионы звезд.

Объединенная мегагалактика получила название Млекомеда. Она навсегда останется хаотичной и красивого спирального вида не получит.

Когда Солнечная система станет частью Млекомеды, наша родная звезда подойдет к завершающему этапу жизненного пути и начнет разрастаться до чудовищных размеров. Вместо привычно желтого цвета она будет ярко-красная, как пожарная машина.

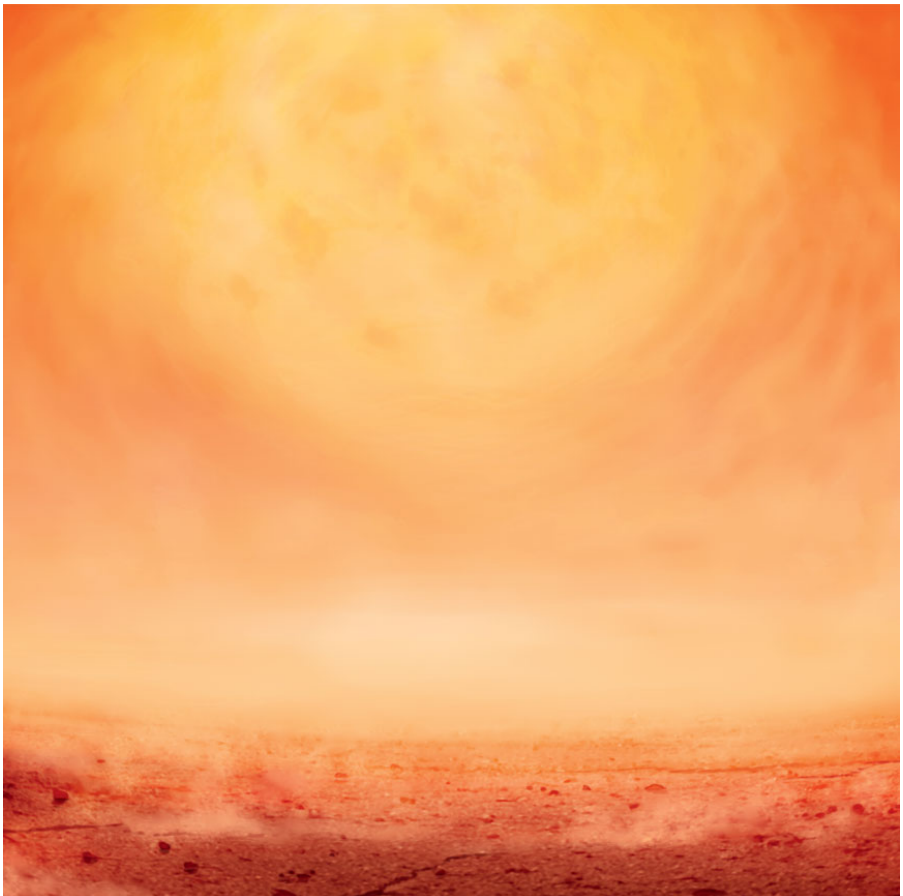
Гигант по имени Солнце (6 миллиардов лет вперед)

Чудовищное Солнце висит над плоской, как лист бумаги, равниной. Оно не похоже на яркий диск, каким было прежде. Оно напоминает горячее оранжевое облако, заполняющее половину неба.

От раскаленного песка поднимается пар, камни лопаются от жары, как воздушные шарики. Большая плита с треском раскалывается, и на сколе выступает окаменелая ракушка. Она завита в спираль, покрыта бороздами, шипами и бугорками. Это древний моллюск, он плавал здесь миллиарды лет назад.

Огромное толстое Солнце медленно движется по небосклону. Жар нарастает. Каменная ракушка трескается и рассыпается в крошку. Песок превращается в кипящее стекло, оно вздувается пузырями. Всего несколько часов, и от ископаемой ракушки не остается следа. Все рассыпалось, расплавилось.

Это была последняя окаменелость на Земле. Больше никаких следов прежней жизни: ни раковин, ни костей, ни отпечатков. Ничего, что могло бы рассказать о бурном прошлом планеты. Словно она всегда была безжизненным кипящим шаром, над которым висит огненное светило.



Во Вселенной нет ничего постоянного, все меняется. Наше желтое солнце в будущем станет оранжевым, затем красным и во много раз увеличится в размерах.

Солнце — одна из миллиарда триллионов звезд, постоянно рождающихся во Вселенной. Все звезды разные. Есть крошечные, размером с планету, и огромные, в которые можно поместить две тысячи наших Солнц. Разница между ними такая же, как между котенком и синим китом.

Звезды-гиганты светят ярче других и живут меньше, всего несколько миллионов лет. Они заметнее остальных. Почти все звезды, что видны на небе, — это гиганты. Кажется, что их очень много, но это не так. Самые распространенные звезды — маленькие красные карлики: на них приходится 85 процентов всех звезд, но их нельзя увидеть без телескопа.

Солнце находится примерно посередине между самыми большими и самыми маленькими звездами. В его ядре уже 4,5 миллиарда лет идет ядерная реакция слияния водорода, который превращается в гелий. Водородного топлива в солнечном ядре колоссально много, но все же не бесконечно. Сейчас звезда

израсходовала примерно половину.

Водорода в ядре хватит еще на шесть миллиардов лет. Затем он закончится, и в ядре останется только гелий. Температура Солнца поднимется так сильно, что слияние ядер водорода начнется уже не в ядре звезды, а в окружающих оболочках, отчего внешние слои Солнца станут расширяться.

Оно начнет увеличиваться в размерах, как надуваемый воздушный шар, и приобретет густой оранжевый оттенок. Расширение займет долгие 1,5 миллиарда лет.

Через 7,5 миллиарда лет от наших дней Солнце станет в 150 раз больше, чем сейчас, и вступит в стадию красного гиганта. Его внешние слои из оранжевых превратятся в красные. Меркурий и Венера, которые сейчас находятся ближе всего к светилу, сгорят и исчезнут. Ближайшей к Солнцу планетой станет Земля. Она будет казаться оплавленной и спекшейся глыбой. Ее поверхность нагреется до 2000 градусов.

Во всей Солнечной системе трудно будет найти прохладное место, вся она станет как раскаленная духовка. Даже на далеких спутниках Юпитера температура подскочит до 260 градусов. Знаменитая Европа (шестой спутник Юпитера), где сейчас под коркой льда плещутся океаны воды, испарится, как брошенный в костер снежок.

Замороженные глыбы из облака Оорта, которые теперь становятся кометами, превратятся в громадные капли воды. Кометопад отныне будет выглядеть как ливень, впрочем, от жары его капли будут испаряться очень быстро.

Через восемь миллиардов лет от наших дней температура в гелиевом ядре Солнца достигнет 38 миллионов градусов. Это критическое значение, после которого начнется новый синтез: из гелия станет образовываться углерод. Температура повысится еще больше, но бешеное производство углерода продлится лишь несколько секунд, после чего гелий вспыхнет, и произойдет вспышка. Но удивительное дело: вспышка случится в ядре, на поверхности ее не будет видно, она будет как взрыв бомбы в глубоком колодце или на дне океана.

На вспышку уйдет много энергии — столько, сколько в этот миг выделяют все звезды нашей галактики. А затем Солнце станет менее ярким, резко сдуется в размерах, и его оболочки опять будут оранжевыми.

Первый цикл красного гиганта завершится, но сжавшееся Солнце еще раз начнет расширяться, вновь превращаясь в красного гиганта. Повторение цикла займет уже несколько миллионов, а не миллиардов лет. Все случится быстрее.

Гелий в ядре будет превращаться в углерод и кислород. Ядро

опять сожмется, внешние слои второй раз раздуются, как воздушный шарик. Солнце опять станет красным гигантом, но его жизнь будет короткой.

Во время роста Солнца земля утратит свой единственный спутник. Орбита Луны начнет приближаться к нашей планете, но столкновения не произойдет. Луну разорвет на части, а из ее осколков вокруг земли ненадолго образуется кольцо, ярче, чем у Сатурна.

Карлик по имени Солнце (8 миллиардов лет вперед)

Зеленое небо от края до края наполнено разноцветными пятнами, разводами, ленточками и блистательными сверкающими кляксами, будто шел мимо художник, споткнулся и опрокинул на него разом целый ящик красок.

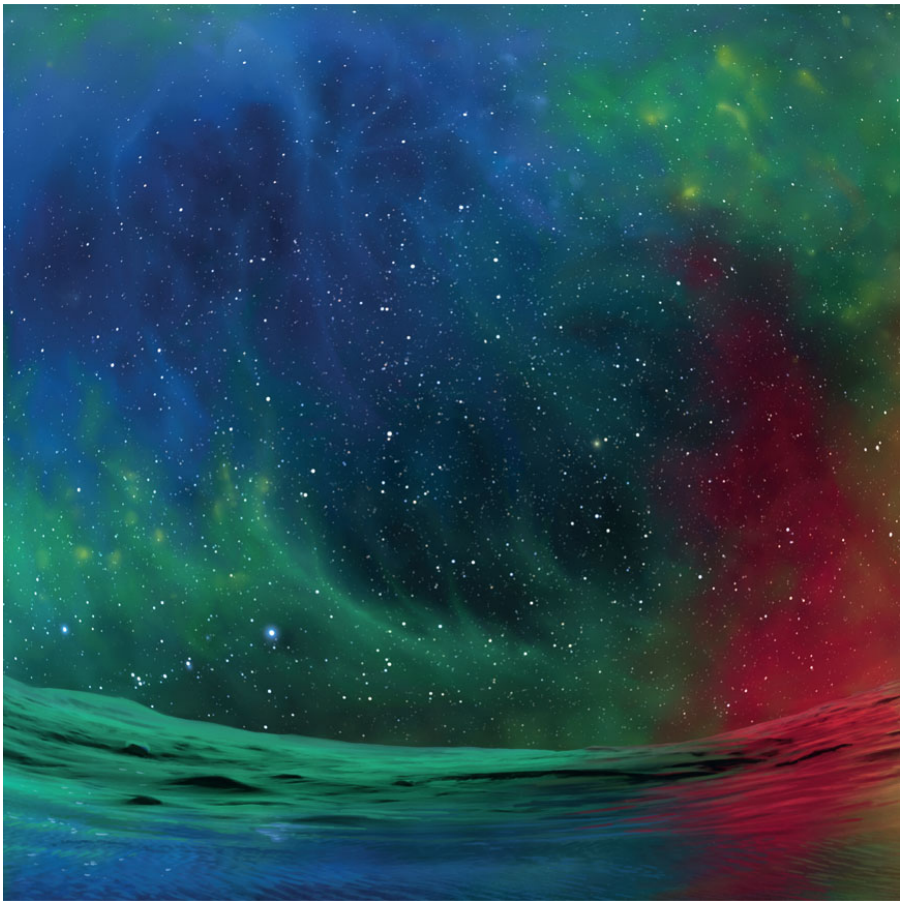
Справа от горизонта вверх и немного наискосок поднимается целая гора багрового света, густеющего к середине. Над горой горят кошачьими глазами россыпи желтых и зеленых кружочков. Наливается сиреневым цветом туманность, точно зреют на небе огромные сливы. И, словно поясами, все зеленое небо перехвачено, перетянуто синими лентами и фиолетовыми нитями.

Небо пестрое, как попугай, и яркое, как фонарь, больше всего оно похоже на исполинский мыльный пузырь. Круглые сутки, днем и ночью, вся эта разноцветная небесная ширь светится изнутри, словно лампа под абажуром.

Яркие небесные цвета и краски — внешние оболочки Солнца. Оно сбросило их под конец жизни. Оболочки расходятся от Солнца, устраивая тем самым потрясающее световое шоу.

Но в округе некому полюбоваться на него.

Давным-давно здесь нет никакой жизни.



Под конец своего существования, через восемь миллиардов лет от наших дней, Солнце станет сбрасывать свои внешние слои. Это займет 500 тысяч лет. Вспышек будет четыре, через 100 тысяч лет каждая.

От звезды, словно круги от брошенного в воду камня, станут расходиться оболочки — светящиеся зеленоватые сферы газа. Они будут яркими, как пятна бензина.

Благодаря преобладающим атомам кислорода главным цветом в небе станет зеленый. От примесей других газов будут появляться оранжевые, желтые, красные, синие разводы. Голубое гелиевое ядро Солнца начнет выделять огромные порции радиации, его ультрафиолетовое излучение заставит светиться отлетающие оболочки, как неоновые вывески. Они станут увеличиваться и, постепенно рассеиваясь, дойдут до самых окраин Солнечной системы.

Четыре невозможно красивых космических пузыря легко пройдут сквозь остатки планет, астероиды и спутники. Пузыри будут почти такими же бесплотными, как вакуум.

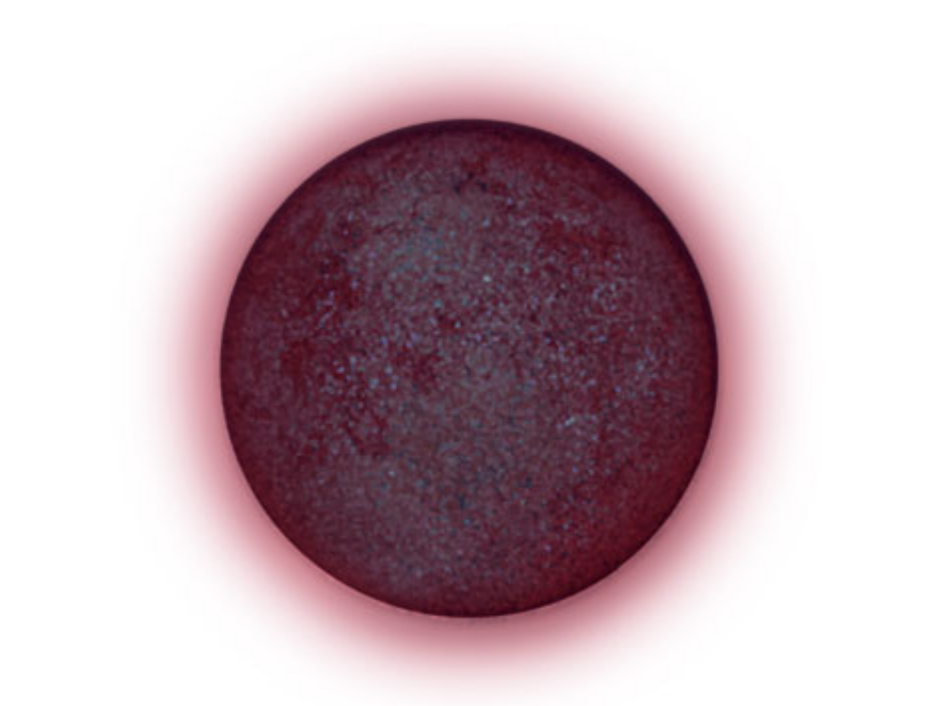
После сброса газовых оболочек от Солнца останется лишь крошечное ядро из углерода и кислорода размером с Землю. Яркость его поверхности будет в тысячу раз сильнее, чем у нынешнего Солнца, однако из-за малых размеров оно не сможет согревать планеты. Свечение станет серебристым и холодным, таким же, как сейчас у Луны.

Никакого ядерного синтеза в солнечном ядре больше не будет. Оно теперь всего лишь остывающий уголек, белый карлик, состоящий из очень плотного вещества, огарок звезды. Одна чайная ложка с его веществом будет весить как слон.

Белый карлик поначалу очень горячий: он излучает тепло, которое сохранилось от его прошлой активной жизни.

Солнечный огарок будет затухать и остывать, превращаясь в кристалл. Это займет триллион лет.

Через шесть миллиардов лет после сброса внешних оболочек белый карлик охладится до желтого цвета, еще через три миллиарда лет — до красного, потом станет серым и наконец, спустя триллион лет, черным. Сейчас таких черных карликов во Вселенной нет: она еще слишком молодая, чтобы они появились.



Последний этап развития солнца — крошечный огарок звезды размером с нашу землю, холодный и черный.

Земля и остальные уцелевшие планеты будут кружиться вокруг темнеющего карлика.

Выброшенный Солнцем газ рассеется по пространству Млекомеды, со временем с другими скоплениями газа он образует новое гигантское облако. Возмущения от соседних звезд заставят это облако сжаться и перемешаться, и тогда в нем вспыхнут новые звезды — потомки нашего светила, следующий этап воплощения атомов. Спустя миллиарды лет после угасания Солнца его бывшие атомы могут начать согревать совсем другие планеты.

Но так будет не всегда.

Миллионы и миллиарды лет — это лишь мгновение в жизни Вселенной, которая предпочитает покой, забвение и тишину.

Календарь космоса (триллионы лет вперед)

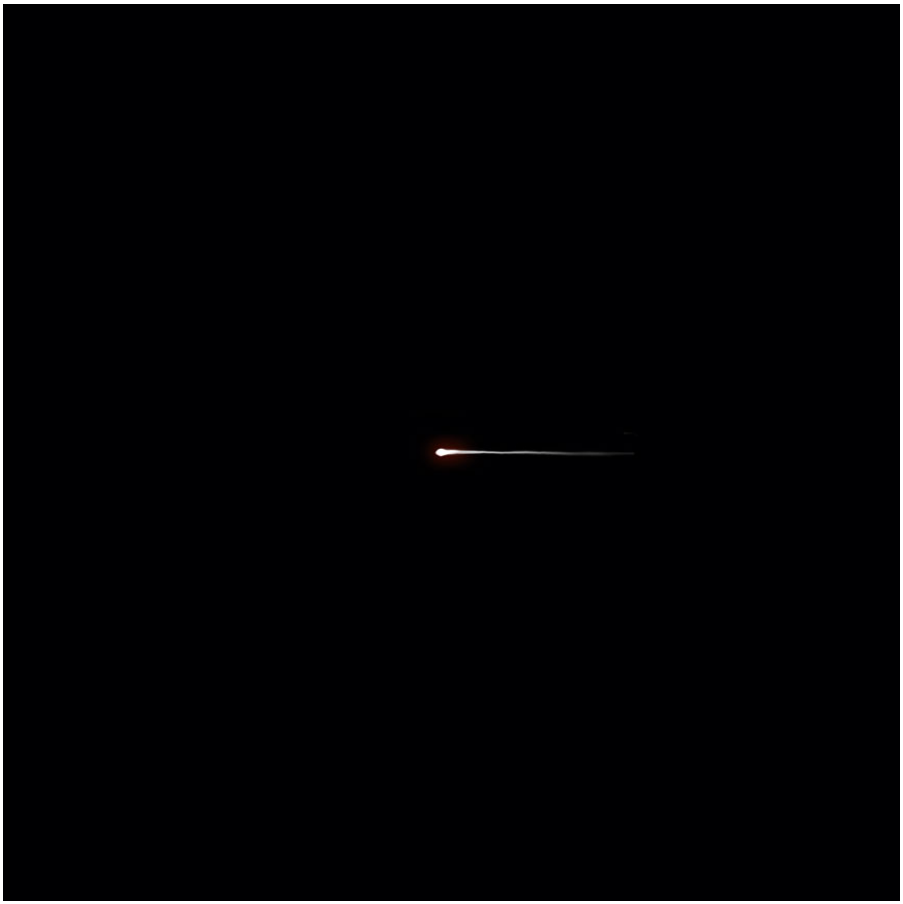
В пустоте вспыхивает красным светом маленький одинокий огонек. Он похож на фонарик глубоководной рыбы, которая целую жизнь плавает в ледяном мраке и даже не подозревает о существовании солнечного света. Огонек горит тускло, как крошечная лампочка. Но в просторах бескрайней черноты он кажется ослепительно ярким.

Уже триллионы лет любой свет во Вселенной — большая редкость.

Космос давно превратился в бесконечный океан черноты. Только редкие столкновения звездных карликов ненадолго освещают небольшие его уголки. Такие огоньки могут гореть миллиарды миллиардов лет. Но этот светится лишь несколько секунд. Вдруг он вытягивается в тонкую струну и исчезает. Его поглотила невидимая черная дыра.

Вселенная опять стала кромешной темнотой.

Уже навсегда.



Когда Солнце превратится в белого карлика, Вселенная даже не вылезет из пеленок. Время ее существования исчисляется поистине чудовищными цифрами. Любые примеры здесь, на самом деле, бесполезны. Понять эти цифры нельзя, но можно хоть немного попробовать их почувствовать.

Представьте, что одна секунда — это миллион лет. Большой взрыв, с которым появилась Вселенная, случился лишь четыре часа назад. Земле и Солнцу немногим больше часа. Минуту назад исчезли динозавры. Первые люди появились в Африке две секунды назад. Даже при таких микроскопических масштабах Вселенная будет существовать еще десятки **дециллионов** лет.

Впрочем, бóльшую часть этого невероятно огромного времени она ничем не будет напоминать привычный нам космос. Она будет пустой, черной и холодной.

Астрономы делят время существования Вселенной на пять очень разных по масштабам эпох.

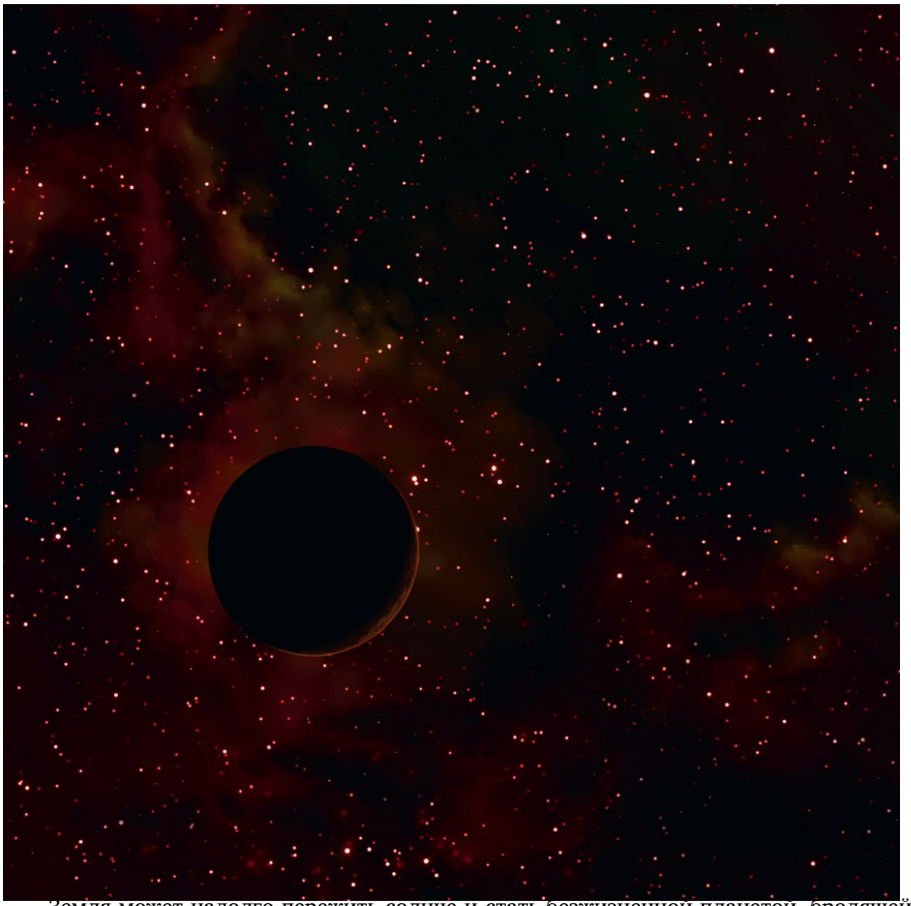
Вначале Первичная эпоха — время формирования Вселенной после **Большого взрыва**. В первую секунду своего существования

она стремительно расширилась до фантастических размеров, стала очень горячей и яркой, а когда температура немного упала, возникли атомы. Эта самая короткая эпоха, она длилась примерно 400 миллионов лет.

Затем наступила Эпоха звезд, когда из облаков водорода начали рождаться звезды. Первыми появились гигантские звезды. В их недрах ковались тяжелые элементы: железо, кремний, кислород. Газ, которым мы дышим, нож, которым режем колбасу, — все это очень давно было сердцем звезды. Без этих древних звезд не было бы нас.

Когда они закончили существование, настало время обычных звезд. Они появляются из облаков водородного газа, а за время своей жизни и гибели выбрасывают вовне элементы, которые служат для рождения новых светил.

Одно звездное поколение сменяется другим. Но есть проблема. Запасы водорода во Вселенной постепенно уменьшаются. Что-то разрушается, что-то исчезает в черных дырах. Через триллионы лет свободный водород закончится, и звезды не смогут появляться вновь.



Земля может надолго пережить солнце и стать безжизненной планетой, бродящей в космической пустоте в мире красных карликов.

Ночные небеса под конец Эпохи звезд будут светиться не белыми, желтыми и голубыми звездами, как сейчас, а красными. Это стареющие красные карлики: у них очень низкая масса, они расходуют свой водород экономно и светятся десятки триллионов лет. Последний красный карлик погаснет, когда Вселенной исполнится 100 триллионов лет. На нем завершится Эпоха звезд, и наступит Эпоха распада — удивительное время белых и коричневых карликов, **нейтронных звезд** и черных дыр.

Давайте познакомимся с ними поближе.

Коричневых карликов (по цвету они скорее темно-оранжевые) называют звездными неудачниками. На протяжении всей истории Вселенной (в том числе прямо сейчас) они возникали в тех же облаках, что и настоящие звезды, но сформировались слишком маленькими, чтобы запустить ядерную реакцию. Преобразование водорода в гелий здесь так и не началось. По сути, коричневые карлики просто хранят в себе водородное топливо, поэтому в

Эпоху распада именно в этих звездах его будет больше всего.

Белые карлики — остатки обычных звезд. В них превратится огромное число небесных светил, в том числе наше Солнце. Типичный белый карлик — это небесное тело размером с Землю, которое медленно излучает энергию. В Эпоху распада все белые карлики уже будут ледяными, с температурой гораздо ниже, чем у земного льда.

Нейтронные звезды образуются после взрыва гигантских сверхновых звезд и встречаются довольно редко. Это ядро, оставшееся от очень массивной звезды, по сути, просто атом размером с город. Звезда, как волчок, вращается со страшной скоростью, а ее плотность непостижимо высока. Кусочек нейтронной звезды размером с кубик Lego весит почти как миллиард слонов. Но еще плотнее и тяжелее черные дыры. Они вообще плотнее и тяжелее всего, что есть во Вселенной. Черная дыра размером с детский мячик в пять раз массивнее Земли.

Такой кусочек нейтронной звезды весит как десять тысяч небоскребов — это тяжелее, чем все небоскребы земли.

От столкновений карликов темнота Вселенной в Эпоху распада будет озаряться редкими вспышками. На самом деле это парадокс, ведь столкновения звезд практически невозможны. Друг от друга их отделяет слишком большое расстояние. Но за триллионы лет, которые будет длиться Эпоха распада, время от времени это будет случаться. От столкновений коричневых карликов, этих сундучков с водородом, они будут разгораться. Триллионы лет они будут тускло светить красным светом. Вокруг таких необычных звезд даже могут возникнуть планеты и появиться жизнь, у которой, в отличие от нас, в распоряжении будет дом сроком годности в триллионы лет, это во много раз

дольше существования Земли. Ночное небо над такой планетой будет угольно-черным. Бледными точками станут светить только соседние планеты, отражающие свет звезды.

Столкновения белых карликов другие — как молниеносная и разрушительная вспышка сверхновой. Эти фейерверки продлятся секунду. В темном пространстве Вселенной такие столкновения станут самыми яркими, но очень редкими явлениями: они будут происходить раз в триллион лет (это гораздо больше, чем исполнилось Вселенной сейчас).

Ничем не освещенные, во мраке начнут дрейфовать промерзшие планеты-бродяги, выброшенные со своих прежних орбит. Земля может оказаться в их числе и, как обычная глыба без имени и истории, просуществовать миллиарды лет.

В конце концов все звездные огарки и коричневые карлики потухнут. Не останется ничего, кроме черных дыр.

Наступит Эпоха черных дыр, которые будут увеличиваться в размерах. Многие из них сольются, станут сверхмассивными. Медленно испаряясь, они начнут испускать странный неясный свет. Наши глаза его не увидят: для этого потребовались бы глаза размером с планету. И лишь последние мгновения существования черных дыр могут стать заметными. Когда дыра сожмется до крошечного размера, ее поверхность станет очень горячей и вспыхнет, как звездочка размером с точку или даже меньше, а затем взорвется. Этот взрыв будет в миллиард раз мощнее атомной бомбы, и он лишь на мгновение озарит бесконечное пространство вокруг себя. К нашему времени ни одна черная дыра еще не взорвалась, они все еще копят в себе вещество. Когда все черные дыры взорвутся, существование Вселенной, собственно, закончится.

Если сравнить время ее жизни (гугол лет) с человеком, который проживет 100 лет, то первые три ее эпохи займут меньше одной секунды. Все остальное время (по сути, вообще все время) придется на Эпоху черных дыр.

Последняя черная дыра в нашей вселенной будет меньше этой точки. Когда она вспыхнет и испарится, не останется ничего.

Обычное состояние Вселенной — это спокойствие, холод и пустота, где изредка встречаются черные дыры. Звезды, планеты, кометы, галактики на ее бескрайних просторах существуют только в первые, активные эпохи, которые исчезающе малы.

Удивительный и важный факт: для привычной нам жизни история отводит очень мало времени. Сложные животные и растения могут населять планету Земля на протяжении всего десяти процентов ее истории. Так и Вселенная: она будет заполнена привычным нам веществом лишь краткий эпизод. Все остальное время придется на Эпоху черных дыр.

После их исчезновения наступит пятая и последняя эпоха — Эпоха вечной темноты. Вселенная будет остывшей, черной, неподвижной. И останется такой навсегда. Это уже вечность. Не станет ничего.

Почти.

На бесконечных просторах ледяной Вселенной будут изредка встречаться элементарные частицы: фотоны, нейтрино, электроны. Говорят, атомы в Эпоху вечной темноты по размеру будут больше, чем современные планеты, звезды и галактики. Каждый атом будущей Вселенной больше всего нашего космоса. Но в огромной черной Вселенной будущего они покажутся крошечными и незаметными кусочками ушедшего в небытие мироздания.

О людях и вселенных

Будущее планеты, звезд и космоса может расстроить кого угодно. Да и как иначе, ведь рано или поздно всему придет конец. Нет ничего, что может избежать гибели. Прекратят существование и самая маленькая бактерия, и самая огромная звезда, да и сама Вселенная тоже.

Чарлз Дарвин однажды сказал, что мысль о полном исчезновении человечества невыносима. Если нас ждет окончательная гибель, то зачем вообще что-то делать, кому нужны наука, развитие, культура? К чему наша кипучая деятельность, книги, города и мечты о будущем? Зачем они, если погибнет сначала Земля, потом Солнце, а за ними и Вселенная?

Печальная мысль. И неправильная.

Еще недавно научные книги о будущем заканчивались сплошным пессимизмом и драмой: все погибнет и исчезнет.

С развитием науки ситуация изменилась. Стало понятно, что человечество может стать исключением и выжить во всех космических катаклизмах.

Начать придется с Земли. Она наш дом, но, подобно любому дому, не вечна и, как мы видели, спустя миллионы лет станет непригодной для жизни. Но ведь и обычные дома стареют, в них становится неудобно жить. Что делают жильцы? Собирают вещи и переезжают в новый дом.

Человечество может пережить свою родную планету, свою звездную систему, галактику и, быть может, даже вселенную. Но для этого нам нужно приложить много усилий.

Человечеству придется поступить так же. Возможно, мы сможем справиться с ледниками и глобальной солнечной жарой, станем перестраивать климат для своего удобства. Превращение чужой планеты в пригодное для людей место называется **терраформированием**. Может быть, в будущем нам придется терраформировать саму Землю. А может, нам придется передвинуть орбиту нашей планеты подальше от раскаленного Солнца. Это даст отсрочку в миллионы или даже миллиарды лет. Но в любом случае Земля станет слишком опасным местом, ее придется оставить.

Русский инженер и философ Константин Циолковский говорил, что Земля — колыбель человечества, но вечно жить в колыбели нельзя. Человечеству придется выйти в далекий космос и искать другой дом.

Их много, на любой вкус. Только в нашей галактике

находится около 20 миллиардов планет, подобных Земле. Мы не знаем, есть ли на них кислород и вода, но скоро узнаем.

Сейчас путешествие к другим планетам превосходит наши возможности, однако научный прогресс ошеломляюще быстро движется вперед. Задумайтесь: наши бабушки родились в эпоху, когда не было интернета, мобильной связи и компьютеров. А всего 100 лет назад вообще никто не понимал, как взлететь в космос (горячие головы предлагали стрелять космонавтами из пушки).

Освоение планет — это очень сложная задача. Придется решать множество проблем, создавать эффективную защиту от радиации, гравитации, давления. Однако в прошлом мы найдем массу примеров, как жизнь преодолевала такие же трудные испытания.

350 миллионов лет назад, девонский период. Удушливая жара на всей планете. Обширные мелководные моря — главное пристанище жизни. Внезапно они стали малопригодными для проживания, водоемы начали высыхать. И рыбам пришлось выйти на сушу. Это невероятно сложное дело. Они учились обходиться без жабр и дышать не растворенным в воде кислородом, а атмосферным. Пришлось справиться с силой тяжести, которая не ощущается в водоемах: в воде тело парит, как в невесомости, а на суше нужно бороться с собственным весом. Рыбы учились ходить. Им понадобилось изменить череп, плавники, отрастить шею. Но все это было мелочью в сравнении с главной проблемой.

Рыбы девонского периода вышли на сушу и справились со всеми сложностями.

Они научились дышать через ноздри, ходить, спрятали тело в оболочку чешуи и плотной кожи. Некоторые первопроходцы суши оставляли на песке непривычные отпечатки лап с шестью, семью или восемью пальцами.

Если рыбу бросить на сушу, она погибнет от высыхания. Девонским рыбам потребовалось решить и эту задачу. Они, по сути, отрастили себе скафандры. Одни покрылись влажной кожей, которую смачивали железы, другие заковали тело в прочную чешую. Их задача кажется посложнее нашей. Нам, по крайней мере, не надо выращивать скафандры, мы можем их сделать и надеть.

Это лишь один пример. История часто подкидывала живым существам трудные задачки. Все удавалось решить. Чтобы убедиться в этом, достаточно посмотреть в окно. Жизнь на планете Земля процветает и в нашем лице готовится осваивать Вселенную.

Сейчас дорога в космос выглядит едва заметной тропинкой. Но ведь этой тропинке меньше ста лет. Со временем она должна стать широкими шоссе.

Мы пока в самом начале пути. Где именно? На это тоже есть ответ.

Существует классификация развитых цивилизаций. Разница между ними заключается в уровне потребления энергии. Цивилизация первого типа использует всю энергию звезды, поступающую на планету. Цивилизация второго типа использует вообще всю энергию, излучаемую звездой. Цивилизация третьего типа — всю энергию галактики.

Мы еще не стали цивилизацией первого типа. Для этого нам надо получать в 100 тысяч раз больше энергии. Мы — «цивилизация 0,73». До первого уровня нам осталось лет сто или двести. Дальше сложнее. От второго уровня нас отделяет несколько тысяч лет, от третьего — сотни тысяч лет.

Самое трудное — стать цивилизацией первого типа. Мы уже создали технологии, необходимые для этого этапа развития, например интернет. Однако есть сложности. В первую очередь человечеству угрожает собственное невежество. На нулевом уровне цивилизации угрожают ядерные войны, биологическое оружие, терроризм. Бороться с ними надо просвещением, а для этого нужно иметь представление о том, что такое Земля и космос, какое у них было прошлое, каким будет будущее и как нам достичь этого будущего. Такое понимание — необходимый фундамент для развития и выживания.

Ну а как быть с гибелью Вселенной?

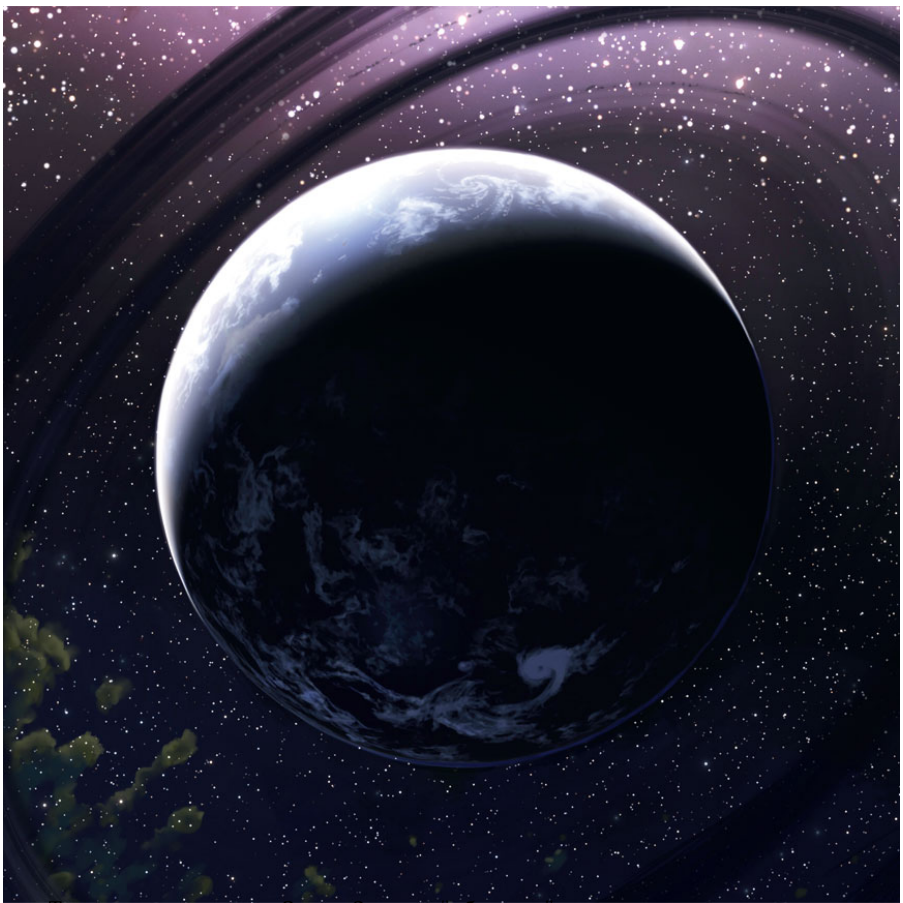
Удивительно, но даже ее мы сможем преодолеть.

Есть гипотезы, что наша Вселенная — это лишь небольшая

часть Мультивселенной, где вселенные возникают без остановки. Они конечны, но сама Мультивселенная вечна. Пока вы читали эту книгу, в ней произошли миллиарды Больших взрывов, которые дали начало новым вселенным.

Возможно, вселенные связаны особыми переходами — **кротовыми норами**. Через них можно из старой вселенной перебраться в другую, более молодую. Или вернуться в прошлое, когда наша вселенная была пригодна для жизни.

Может быть, есть и другие решения. У нас в запасе триллионы лет, чтобы их найти.



Так может выглядеть «Земля-2», новый, будущий дом человечества.

Литература и благодарности

Далекое будущее — экзотическая, редкая тема. Чтобы написать об этом книгу, приходилось собирать сведения по кусочкам.

Самой ценной оказалась книга палеонтолога Питера Уорда и астронома Дональда Бронли «Жизнь и смерть планеты Земля» («Life & Death of Planet Earth: How the new science of astrobiology charts the ultimate fate of our world»). Она рассказывает о грядущем ледниковом периоде, сверхконтиненте, превращении Солнца в белого карлика.

Второй важной книгой стала работа астрофизиков Фреда Адамса и Грега Лафлина «Пять возрастов Вселенной: в глубинах физики вечности» (в переводе на русский язык издана в 2006 году), где история Вселенной показана в виде пяти эпох: первичной, звезд, распада, черных дыр и вечной тьмы.

В книге астронома Филипа Плейта «Смерть с небес. Наука о конце света» (в переводе на русский язык издана в 2020 году) прекрасно написано про эволюцию Солнца и слияние Млечного Пути с галактикой Андромеды.

В книге «Концы света» («The Ends of the World») журналиста Питера Браннена есть немало важных сведений о прошлых массовых вымираниях на Земле, которые сравниваются с нынешним вымиранием и с будущим исчезновением обитателей Земли.

«Будущее человечества: колонизация Марса, путешествие к звездам и обретение бессмертия» астрофизика и футуролога Митио Каку (в переводе на русский язык издана в 2019 году) изобилует интересными сведениями и, кроме того, пленяет обаянием и оптимизмом.

Монография «Оледенения Земли» геолога Н. М. Чумакова (М., 2015) излагает историю криоэр. Книга «Необитаемая Земля. Жизнь после глобального потепления» журналиста Д. Уоллеса-Уэллса (в переводе на русский язык издана в 2020 году) дает представление о том, насколько трагичным может оказаться для человека безрассудное использование природных ресурсов.

Кроме книг были важны советы и комментарии специалистов: геолога Владислава Стрекопылова и палеонтолога Валерия Голубева, которые исправили ряд недочетов и дали ценные советы. С математическими вычислениями помогла Анна Шилова. Алексею Жаричу автор благодарен за всестороннюю многолетнюю поддержку.

МИФ Детство

Подписывайтесь на полезные книжные письма со скидками и подарками: mif.to/d-letter

Все книги для детей и родителей на одной странице: mif.to/deti

- #mifdetstvo
- #mifdetstvo
- #mifdetstvo

Над книгой работали

Шеф-редактор *Полина Властовская*
Ответственный редактор *Анна Бойцова*
Литературный редактор *Ирина Чайковская*
Научный редактор *Владимир Сурдин*
Арт-директор *Елизавета Краснова*
Корректоры *Екатерина Тупицына, Дарья Балтрушайтис*

ООО «Манн, Иванов и Фербер»
mann-ivanov-ferber.ru
Электронная версия книги подготовлена компанией Webkniga.ru, 2021